Climate Change and Fire and Insect Disturbances in Canada's Forest

Scientists predict that climate change will likely increase the magnitude and frequency of fire and insect disturbances in Canada's total forest. Under current climate change projections, fire and insect outbreak frequency and severity are expected to increase in Canada's forest, with potential impacts on the global carbon budget.

Natural disturbances are important factors in forest ecosystem functioning and forest renewal. They shape forest biodiversity, affect the carbon budget, and may impact climate change. In Canada's total forest (only a portion of which is managed), the area affected by natural disturbances is very large. The two major natural disturbances, wildfire and insect outbreaks, cause greenhouse gas emissions despite annual suppression efforts of over half a billion dollars.

Forest Fire

Fire is a natural and important part of Canada's forest ecosystems. The average time between fires (fire return interval) is ecosystem specific. Natural fire return intervals vary from less than 10 years in parts of the grassland region, to 100–150 years in western boreal forests and 300–500 years in eastern boreal forests, to perhaps several thousand years in coastal British Columbia and the forest tundra of northeastern Quebec and Labrador.

Fire occurrence and severity in Canada's forest are driven by moisture and natural ignitions (lightning) and are therefore highly sensitive to changes in climate. In most of Canada, climate change is expected to result in drier conditions. Increased dryness will result in more frequent droughts, thus increasing the probability that if ignited a fire will spread and be more intense.

The area burned in Canada appears to have declined from 1920 to 1960, then increased sharply in the 1980s. This trend is primarily

Most scientists believe that increased greenhouse gases (particularly carbon dioxide) in the atmosphere are contributing to climate change. Atmospheric carbon dioxide is increased by the burning of fossil fuels. At the same time, carbon dioxide is removed from the atmosphere by forests, agricultural soils, and oceans.

Canada's forests hold large stocks of carbon stored in trees, soil, and peat. When a forest's carbon stock is increasing, the forest is called a sink, and when it is decreasing, the forest is called a source. Whether a forest is a sink or a source can change over time. When the forest is destroyed by natural or human-induced disturbances, some of the carbon is returned to the atmosphere as carbon dioxide — the forest is a source. As the forest grows again, it absorbs carbon dioxide from the atmosphere in growing vegetation and accumulating soil — it is a sink.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

due to weather. It may also be due to missing data from the early years, followed by improved detection and data collection starting in the 1970s. Although the evidence is not conclusive, global warming will probably result in increased fire activity and a larger area burned.

Experts believe, however, that increased firefighting resources may not appreciably increase firefighting effectiveness. Fuels management (that is, developing fuel breaks composed of aspen or cleared land) may reduce the area burned. The variability and magnitude of fire effects in the managed forest are lower than in the unmanaged forest due to suppression activities, but still considerable and unpredictable.

In Canada, 2% of fires reach a final size of greater than 200 hectares; these large fires represent 98% of the total forest burned. A look at only large forest fires from 1959 to1999 reveals that

- an average of 2 million hectares per year was burned, varying from 0.3 to 7.5 million hectares and
- the mean annual estimate of direct carbon emissions was 27 megatonnes of carbon per year, varying from 3 to 115 megatonnes of carbon per year.

The growing incidence and magnitude of fires have increased carbon dioxide emissions in Canada's total forest. Average emissions have grown from 27 megatonnes of carbon a year in 1970–1979 to 30 megatonnes of carbon a year in 1991–2000.

The area burned has grown larger over the past two decades, and confidence has grown that the observed trend is real and that the increases will continue.

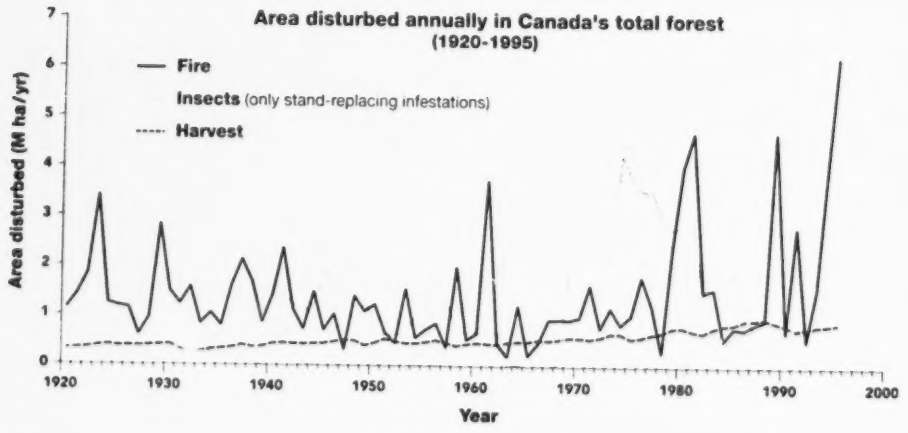
Insects

Different kinds of forest ecosystems are associated with different insects and disturbance regimes. Climate change is expected to alter the ranges of individual forest tree species, thereby altering Canada's forest ecosystems and their associated insect populations. This will likely result in increasingly more intense insect disturbances. Many uncertainties remain, however, regarding the character, magnitude, and rates of future climate change and its impact on insect disturbances.

Scientific studies suggest that

- insect damage may become more severe with warming and atmospheric carbon dioxide enrichment;
- insect disturbances display high interannual variability and are expected to increase due to increased growing season length, increased forest stress, and less severe winters; and
- climate change may impact insect biodiversity, including allowing alien species to survive.

Circumstantial evidence suggests that some insect populations may already be responding to climate change. In general, current forecasts of forest insect responses to climate warming, which are based on historical relationships between outbreak patterns and climate, would



suggest more frequent (e.g., mountain pine beetle, spruce budworm, eastern hemlock looper), and longer outbreaks (e.g., forest tent caterpillar, spruce budworm), and range shifts northward and to higher elevations (e.g., spruce budworm, gypsy moth).

Climate change will likely transform the damage patterns caused by insects, which may

- result in uncertainties that directly affect damage prediction, pest hazard rating procedures, and long-term harvest planning and pest control measures; and
- indirectly alter competitive relationships between plants, successional pathways, species composition, and forest distribution through changes in carbon and nutrient cycling, biomass decomposition, and energy flows.

Insect disturbances influence the forest carbon cycle. Growing trees take carbon dioxide out of the air. The carbon is held in the forest ecosystem (in wood and forest soils). During insect outbreaks, trees are often killed either directly or indirectly by their increased susceptibility to fire or disease. When the dead trees decay or are burned, they release the carbon held in the forest ecosystem back to the atmosphere. This increases the amount of carbon dioxide in the atmosphere, thereby contributing to global warming.

Forest management practices, such as the spraying of pesticides to control insects, can sometimes positively affect the pattern, rate and magnitude of small-scale insect disturbances.

Natural disturbances play a large part in Canada's forest ecosystem biodiversity. Forest management activities directed at managing natural disturbances may also impact biodiversity.

In Canada, losses due to natural disturbances have a major influence on Canada's total forest carbon. Losses from natural disturbances cannot be completely managed, and future losses cannot be predicted with certainty due to the random nature of natural disturbances.

However, managing infestations over large areas is problematic.

Canadian Forest Service Research

As Canada's largest organization investigating forest response to climate change, the Canadian Forest Service (CFS), Natural Resources Canada, plays a key role in researching the effects of climate change and natural disturbances on Canada's forests. Current research is focusing on how climate change will impact natural disturbances in Canada's forests and how forest management can be used to mitigate these disturbances.

For more information

CFS Headquarters
580 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4
(613) 947-7341

Pacific Forestry Centre
506 West Burnside Road
Victoria, British Columbia
V8Z 1M5
(250) 363-0600

Northern Forestry Centre
5320-122 Street
Edmonton, Alberta
T6H 3S5
(780) 435-7210

Great Lakes Forestry Centre
1219 Queen Street East
P.O. Box 490
Sault Ste. Marie, Ontario
P6A 5M7
(705) 949-9461

Laurentian Forestry Centre
1055 du P.E.P.S. Street
P.O. Box 3800
Sainte-Foy, Quebec
G1V 4C7
(418) 648-3770

Atlantic Forestry Centre
Hugh John Flemming
Forestry Centre
P.O. Box 4000
Fredericton, New Brunswick
E3B 5P7
(506) 452-3500

Corner Brook Office
P.O. Box 960
Corner Brook, Newfoundland
A2H 6J3
(709) 637-4900

© Her Majesty the Queen in Right of Canada 2002 ISBN 0-662-66782-4 Cat. no. Fo42-333/2002

103-01367/

Changement climatique et perturbations des forêts du Canada causées par le feu et les insectes

Les scientifiques prévoient que le changement climatique fera vraisemblablement augmenter l'ampleur et la fréquence des perturbations causées par le feu et les insectes dans l'ensemble des forêts du Canada. Selon les prévisions actuelles de l'évolution du climat, la fréquence et la gravité du feu et des infestations devraient augmenter dans les forêts canadiennes et pourraient avoir des incidences sur le bilan mondial du carbone.

Les perturbations naturelles sont des facteurs importants intervenant dans la dynamique des écosystèmes forestiers et dans le renouvellement des forêts. Elles façonnent la biodiversité, influent sur le bilan du carbone et peuvent avoir des incidences sur le changement climatique. Elles affectent une proportion considérable du domaine forestier canadien (dont seule une portion est aménagée). Les deux principaux agents de perturbation naturelle, soit le feu et les insectes, entraînent des émissions de gaz à effet de serre, malgré des dépenses annuelles de plus de 0,5 milliard de dollars au chapitre de l'extinction et de la lutte antiparasitaire.

Feu de forêt

Le feu est un élément naturel et important dans les écosystèmes forestiers du Canada. L'intervalle moyen entre deux feux de forêt (nombre moyen d'années) est propre à l'écosystème. Il est très variable : moins de 10 ans dans certains secteurs de la région des Prairies, de 100 à 150 ans dans les forêts boréales de l'Ouest, de 300 à 500 ans dans les forêts boréales de l'Est et parfois de plusieurs milliers d'années sur la côte de la Colombie-Britannique, dans la toundra forestière du nord-est du Québec et au Labrador.

Au Canada, la fréquence et la gravité des feux de forêt sont fonction de l'humidité et des causes naturelles à l'origine d'un feu (foudre) et sont donc très sensibles aux changements climatiques. Dans la majeure partie du pays, le changement climatique devrait se traduire par des conditions

La plupart des scientifiques sont persuadés que l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (notamment de dioxyde de carbone) contribue au changement climatique. L'utilisation de combustibles fossiles fait augmenter la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone. Les forêts, les terres agricoles et les océans absorbent parallèlement une partie du dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère.

Les arbres, les sols et la tourbe des forêts du Canada recèlent d'importantes quantités de carbone. Une forêt est qualifiée de puits lorsque ses réserves de carbone augmentent et de source dans le cas contraire. Avec le temps, un puits peut se transformer en source. Lorsqu'une forêt est détruite par une perturbation d'origine naturelle ou anthropique, elle devient une source, car une certaine partie du carbone qu'elle contenait est rejetée dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone. À mesure qu'une forêt se repeuple, elle se transforme en puits, car la végétation en croissance et les matériaux du sol absorbent le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère.

Ressources naturelles Canada | Natural Resources Canada

Canada

plus sèches et, par conséquent, par des sécheresses plus fréquentes qui accroîtront les probabilités qu'un éventuel feu naissant se propage et s'intensifie.

La superficie détruite par le feu au Canada semble avoir diminué de 1920 à 1960, pour ensuite augmenter brusquement pendant les années 1980. Cette tendance est principalement attribuable aux conditions météorologiques. Elle s'explique peut-être aussi par les données manquantes des décennies antérieures aux années 1970, période durant laquelle la détection et la collecte des données ont commencé à s'améliorer. Malgré l'insuffisance de preuves concluantes, le réchauffement de la planète entraînera probablement une augmentation de l'ampleur des feux de forêt et des superficies incendiées.

Les experts estiment toutefois que l'accroissement des ressources consacrées à la lutte contre le feu pourrait ne pas rendre les interventions beaucoup plus efficaces. La gestion du combustible (c'est-à-dire l'aménagement de pare-feux constitués de peupliers faux-trembles ou de bandes déboisées) peut réduire la superficie incendiée. La variabilité et l'ampleur des effets du feu dans les forêts aménagées sont moindres que dans les forêts naturelles en raison des activités de suppression, mais sont tout de même considérables et imprévisibles.

Au Canada, 2 % des feux de forêt ont une superficie finale de plus de 200 hectares; ces grands feux représentent 98 % de la superficie totale des forêts incendiées. Un simple examen des grands feux de forêt survenus de 1959 à 1999 permet de faire les constatations suivantes :

- la superficie moyenne détruite par le feu était de 2 millions d'hectares par année et variait de 0,3 à 7,5 millions d'hectares, et
- l'estimation moyenne des émissions directes de carbone par année était de 27 mégatonnes de carbone et variait de 3 à 115 mégatonnes de carbone.

La fréquence et l'ampleur croissantes des feux de forêt ont fait augmenter les émissions de dioxyde de carbone dans l'ensemble des forêts du Canada. Les émissions annuelles moyennes sont passées de 27 mégatonnes de carbone au cours de la période de 1970 à 1979 à 30 mégatonnes entre 1991 et 2000.

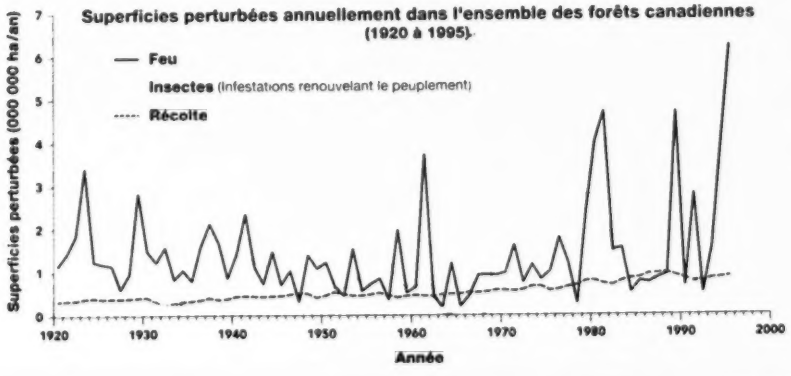
Au cours des deux dernières décennies, la superficie détruite par le feu n'a cessé d'augmenter, et les scientifiques sont de plus en plus certains que la tendance observée est réelle et que le phénomène ira grandissant.

Insectes

Différents insectes et régimes de perturbation sont associés à divers écosystèmes forestiers. Selon les prévisions, le changement climatique devrait modifier l'aire de répartition des essences forestières individuelles et, de ce fait, transformer les écosystèmes forestiers du Canada et les populations d'insectes associées. Les perturbations causées par les insectes deviendront vraisemblablement de plus en plus intenses. Cependant, de nombreuses incertitudes persistent toujours à l'égard de la nature, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques et de leurs incidences sur les perturbations causées par les insectes.

Selon les résultats d'études scientifiques,

- les dégâts causés par les insectes pourraient s'aggraver sous l'effet du réchauffement de la planète et de l'enrichissement en dioxyde de carbone de l'atmosphère;
- les perturbations causées par les insectes présentent une importante variabilité interannuelle et devraient aller grandissant en raison de la saison de croissance plus longue, des plus nombreux facteurs d'agression des forêts et d'hivers moins rigoureux; et



- le changement climatique peut affecter la biodiversité des insectes, notamment permettre la survie d'espèces exotiques.

Des signes indirects laissent supposer que certaines populations d'insectes ont probablement déjà commencé à réagir au changement climatique. En règle générale, les prévisions actuelles concernant les réactions des insectes forestiers au réchauffement du climat, qui se fondent sur les relations historiques entre les régimes d'infestation et le climat, semblent indiquer des pullulations plus fréquentes (p. ex., dendroctone du pin ponderosa, tordeuse des bourgeons de l'épinette, arpenteuse de la pruche) et plus longues (p. ex., livrée des forêts, tordeuse des bourgeons de l'épinette) et un déplacement vers le nord et à plus haute altitude des aires de répartition (p. ex., tordeuse des bourgeons de l'épinette, spongieuse).

Le changement climatique transformera vraisemblablement la répartition des dégâts causés par les insectes qui pourrait avoir pour effet :

- de provoquer des incertitudes qui influeront directement sur la prévision des dégâts, les méthodes d'évaluation des risques phytosanitaires, la planification à long terme de la récolte et les mesures de lutte antiparasitaire; et
- d'altérer indirectement les rapports de concurrence entre les végétaux, le cheminement de la succession, la composition des espèces et la répartition des forêts en raison des modifications du cycle du carbone et des éléments nutritifs, de la décomposition de la biomasse et des flux d'énergie.

Les perturbations causées par les insectes influent sur le cycle du carbone. Les arbres en croissance absorbent une partie du dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère. Les écosystèmes forestiers, plus précisément la matière ligneuse et les sols, emmagasinent ce carbone. En période de pullulation d'insectes, les arbres sont souvent tués directement ou indirectement, victimes de leur sensibilité accrue au feu ou aux maladies. Les arbres morts en voie de décomposition ou incendiés rejettent dans l'atmosphère le carbone emmagasiné dans l'écosystème forestier, contribuant ainsi à accroître la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone et, de ce fait, au réchauffement de la planète.

> Les perturbations naturelles jouent un rôle important dans la biodiversité des écosystèmes forestiers du Canada. Les opérations d'aménagement forestier visant à gérer les perturbations naturelles peuvent également avoir des répercussions sur la biodiversité.
>
> Au Canada, les pertes causées par les perturbations naturelles ont une influence majeure sur le bilan du carbone total des forêts du Canada. Il n'est pas possible de gérer entièrement ces pertes ni de prévoir avec certitude les pertes futures en raison de la nature aléatoire des perturbations naturelles.

Les pratiques d'aménagement forestier, comme les pulvérisations de pesticides destinées à lutter contre les insectes, peuvent parfois avoir des effets positifs sur la répartition, le rythme et l'ampleur des perturbations à petite échelle causées par des insectes. Il est cependant difficile de gérer des infestations sévissant sur de vastes superficies.

La recherche au Service canadien des forêts

À titre de principal organisme canadien étudiant la réaction des forêts au changement climatique, le Service canadien des forêts (SCF) de Ressources naturelles Canada joue un rôle important dans la recherche sur les effets du changement climatique et des perturbations naturelles sur les forêts du Canada. À l'heure actuelle, la recherche converge sur les effets du changement climatique sur les perturbations naturelles dans les forêts du Canada et sur les moyens offerts par l'aménagement forestier pour atténuer ces perturbations.

Renseignements supplémentaires

Administration centrale du SCF
580, rue Booth
Ottawa (Ontario) K1A 0E4
(613) 947-7341

Centre de foresterie du Pacifique
506, West Burnside Road
Victoria (Colombie-Britannique)
V8Z 1M5
(250) 363-0600

Centre de foresterie du Nord
5320-122, Street
Edmonton (Alberta)
T6H 3S5
(780) 435-7210

Centre de foresterie des Grands Lacs
1219, Queen Street East
C.P. 490
Sault Ste. Marie (Ontario)
P6A 5M7
(705) 949-9461

Centre de foresterie des Laurentides
1055, rue du P.E.P.S.
C.P. 3800, Sainte-Foy (Québec)
G1V 4C7
(418) 648-3770

Centre de foresterie de l'Atlantique
Hugh John Flemming
C.P. 4000
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
E3B 5P7
(506) 452-3500

Bureau de Corner Brook
C.P. 960
Corner Brook (Terre-Neuve)
A2H 6J3
(709) 637-4900

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada 2002 ISBN 0-662-66782-4 N° de catalogue Fo42-333/2002